Untersuchungen über die Stridulation und das Gehör von Thamnotrizon apterus Fab. ♂

von

Prof. Dr. **Johann Regen** in Wien.

(Mit 5 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 25. Juni 1914.)

Vorwort.

Im »Handbuch der vergleichenden Physiologie« erhebt Mangold[1] gegen meine Arbeit »Das tympanale Sinnesorgan von *Thamnotrizon apterus* Fab. ♂ als Gehörapparat experimentell nachgewiesen«[2] folgende Einwände:[3]

1. »In einer Anmerkung betont Regen, sich wohl bewußt zu sein, daß Schallwellen außer den Gehörsempfindungen auch Empfindungen zu vermitteln vermögen, die gewöhnlich nicht als Gehörsempfindungen bezeichnet werden und durch mechanische Wirkung entstehen.«

»Leider spricht sich Regen nicht näher darüber aus, in welchem Sinne er die aus seinen Versuchen vielleicht zu folgernde Erregung des tympanalen Organes durch das Stridulationsgeräusch aufgefaßt wissen will.«

---

[1] E. Mangold, Gehörssinn und statischer Sinn. Handbuch der vergleichenden Physiologie. Herausgeg. v H. Winterstein, Bd. 4, Jena 1913.

[2] J. Regen, Das tympanale Sinnesorgan von *Thamnotrizon apterus* Fab. ♂ als Gehörapparat experimentell nachgewiesen. Sitzungsber. der Kaiserl. Akad. der Wissensch. in Wien, III. Abt., Bd. 117, Oktober 1908.

[3] A. a. O., S. 889. Mangold äußert sich nämlich (a. a. O., p. 888) über meine Arbeit: »Nur lassen sich leider zunächst noch gar zu viele Einwände machen.« Daraus schließe ich, daß alle hier wiedergegebenen Bemerkungen Mangolds als Einwände aufzufassen sind.

2. »Leider geht auch aus seiner kurzgefaßten Mitteilung nichts Näheres über die Versuchsbedingungen und die Einrichtung der ‚entsprechend eingerichteten Schaukasten‘ hervor, so daß vor allem die Frage offen bleibt, ob die Tympanalorgane imstande sind, das Stridulationsgeräusch durch Luftleitung als Reiz anzunehmen, oder ob die Übertragung nicht vielmehr nur durch den festen Untergrund, auf dem die Tiere sitzen, vermittelt wird. Letzteres scheint mir nach Regens Versuchen zunächst das wahrscheinlichere, da die Tiere offenbar stets sehr nahe beieinander saßen; denn es wird als Ausnahme erwähnt, daß sie einander nicht sehen konnten.«

3. »Auch Kontrollversuche mit ausgeschlossenem Gesichtssinne scheinen nicht vorzuliegen.«

4. »Leider fehlen ferner nähere Angaben über die Entfernung zwischen den alternierend zirpenden Tieren und

5. von hohem Interesse wäre es auch gewesen, ob es gelingen würde, durch andere Geräusche und Töne das Zirpen zu beeinflussen und so deren Perzeption nachzuweisen.«

6. »Es muß allerdings noch besonders betont werden, daß einstweilen auch noch ein weiterer wichtiger Einwand durch Regens Versuche nicht entkräftet ist, daß nämlich die Entfernung der Tympanalorgane gar nicht die Reizaufnahme, wohl aber die Reizbeantwortung, insbesondere die Regulierung der Stridulationsgeräusche, in irgend einer für uns noch nicht zu durchschauenden Weise unmöglich macht, und daß diese Organe mit der Aufnahme der Schallreize doch überhaupt gar nichts zu tun haben.«

Bevor ich auf die einzelnen Einwände zurückkomme, möchte ich bemerken, daß ich in meiner zuvor angeführten Arbeit nur einen einzigen Versuch vorführen wollte, weitere Untersuchungen aber, wie aus der Schlußbemerkung »Die Versuche werden fortgesetzt« hervorgeht, in einem späteren Zeitpunkte folgen zu lassen beabsichtigte.

Auf die einzelnen Einwände erwidere ich der Reihe nach, wie folgt:

Ad 1. Die Anmerkung, die zum ersten Einwand die Veranlassung gegeben hat, lautet vollständig:

»Ich bemerke, daß hier unter Gehörorgan ein Sinnesorgan verstanden ist, welches die Wahrnehmung von Schallwellen der Luft vermittelt. Dabei bin ich mir bewußt, daß Schallwellen außer den ‚Gehörsempfindungen' auch Empfindungen zu vermitteln vermögen, die wir gewöhnlich nicht als Gehörsempfindungen zu bezeichnen pflegen. (So werden Tauben, die des Gehörorgans beraubt worden sind, durch kräftige Schallwellen aufgeschreckt, indem die Wellen mechanisch auf die Federn wirken.)«

Diese Anmerkung bezieht sich auf folgende Stelle meiner Ausführungen:

»Die tympanalen Sinnesorgane wurden auf Grund anatomischer Befunde wohl allgemein als Gehörorgane betrachtet.«

Dieser Satz, dem in der Arbeit nirgends etwas entgegengehalten wird (die Anmerkung weist ja nur auf eine entfernte Möglichkeit hin, die, wie man aus ihrer Fassung erkennt, hier nicht in Betracht kommt), sowie der Titel der Arbeit dürften wohl darauf hindeuten, daß ich schon damals das Tympanalorgan als ein spezifisches Sinnesorgan betrachtet habe.

Ad 2. Da der von mir vorgeführte Versuch unter den in meiner Arbeit angegebenen Bedingungen wohl stets gelingen muß, schienen mir die gemachten Angaben über die Versuchsbedingungen vollkommen zu genügen, um meine Versuche wiederholen und so kontrollieren zu können.

Die Schaukasten waren größere Terrarien, die der Lebensweise meiner Versuchstiere entsprechend eingerichtet waren.

Ad 3. Kontrollversuche mit ausgeschlossenem Gesichtssinne waren nach dem vorgeführten Versuch eigentlich nicht notwendig; denn kam das Alternieren durch gegenseitige Wahrnehmung der Flügelbewegungen zustande, so hätten die Versuchstiere, die im Terrarium nahe beieinander saßen und sich sehen konnten, auch nach Entfernung ihrer Tympanal-

organe geradeso alternieren müssen wie vorher, was jedoch nicht der Fall war. Außerdem bemerke ich in meiner Arbeit ausdrücklich:

»Stellt man unversehrte Tiere derart, daß sie einander nicht sehen können, so alternieren sie, ein Beweis, daß die Alternation nicht etwa durch Wahrnehmung der Flügelbewegungen, sondern durch Anhören der Zirplaute der anderen Tiere bewerkstelligt wird.«

Die Blendung der Tiere mit Maskenlack wurde ebenfalls vorgenommen, aber nicht beschrieben, da mir der angeführte Versuch wichtiger zu sein schien.

Ad 4. Nähere Angaben über die Entfernung zwischen den alternierend zirpenden Tieren waren späteren Untersuchungen vorbehalten.

Ad 5. Dasselbe gilt auch für die Versuche über die Beeinflussung der Stridulation durch andere Geräusche und Töne.

Ad 6. Dieser höchst interessante Einwand gab die Veranlassung zu den weiter unten angedeuteten Versuchen, die ich bei einer anderen Gelegenheit ausführlich beschreiben werde. Ich erwidere vorläufig auf diesen Einwand hier nur folgendes:

a) Das Weibchen von *Thamnotrizon apterus* Fab. besitzt ein Tympanalorgan von gleichem anatomischen Bau wie das Männchen, es besitzt aber kein Stridulationsorgan. Dienen nun die Tympanalorgane nur der Reizbeantwortung, insbesondere der Regulierung der Stridulationsgeräusche, so sind sie bei den Weibchen vollständig zwecklos, da diese eben nicht zu zirpen vermögen. Die Annahme aber, das bei beiden Geschlechtern gleich gebaute Tympanalorgan diene bei den Männchen zur Regulierung der Stridulationsgeräusche, bei den Weibchen hingegen einem anderen Zwecke, ist im höchsten Grade unwahrscheinlich.

b) Bei mehreren Männchen von *Thamnotrizon apterus* Fab. wurde das Tympanalorgan durch luftdichte Verstopfung der mit diesem in Beziehung stehenden Tracheen langsam zum Absterben gebracht.

Dabei zeigte sich folgendes:

Während das Tympanalorgan zugrunde ging, nahm die Hörweite der Versuchstiere allmählich ab, die Fähigkeit des

Alternierens hingegen blieb unterdessen vollkommen erhalten. Diese erlosch nicht etwa nach und nach, sondern vielmehr erst dann, und zwar sofort, als das Tympanalorgan gänzlich abgestorben war.

Es ist somit ein und dasselbe Organ, das Tympanalorgan, das sowohl die Schallreize aufnimmt als auch die Regulierung der Stridulationsgeräusche ermöglicht. Das letztere ist jedoch nur eine Folge des ersteren.

Es bleibt sonach noch der Einwand:

Bei meiner Darstellung bleibe die Frage offen, ob das Tympanalorgan von *Thamnotrizon apterus* Fab. ♂ imstande sei, das Stridulationsgeräusch durch Luftleitung als Reiz aufzunehmen, oder ob die Übertragung nicht vielmehr nur durch den festen Untergrund, auf dem die Tiere sitzen, vermittelt werde.

Dieser Einwand gab die Anregung zu einem Teile der vorliegenden Untersuchungen.

Meinem lieben Freunde und hochgeschätzten Gönner, Herrn Dr. Wilhelm Ritter v. Gutmann, möchte ich an dieser Stelle für das meiner Arbeit entgegengebrachte große Interesse sowie für seine hochherzige Unterstützung, durch die es mir erst ermöglicht wurde, mich diesen Untersuchungen ganz zu widmen, meinen aufrichtigsten Dank aussprechen.

A. Beobachtungen.

Bei meinen Untersuchungen über das Gehör von *Thamnotrizon apterus* Fab. ♂ ließ ich die übliche Frage, ob dieses Tier auf künstlich hervorgebrachte Schallreize reagiere, zunächst beiseite und überlegte vor allem:

Wenn unter den unendlich vielen Schalläußerungen überhaupt irgend eine für dieses Tier von Interesse ist, so wird es offenbar in erster Linie jener Schall sein, den das Tier selbst hervorbringt, nämlich sein Stridulationsschall.

Um somit für meine diesbezüglichen Untersuchungen eine feste und sichere Basis zu gewinnen, war es zunächst notwendig, die Stridulation dieses Tieres möglichst eingehend zu beobachten.

Diese Beobachtungen wurden mehrere Jahre hindurch ohne besondere Hilfsmittel an einer großen Anzahl von Tieren sowohl in der freien Natur als auch in Terrarien fortgeführt.

Einzelne Tatsachen habe ich bereits an anderen Stellen[1] mitgeteilt; in zusammenhängender Darstellung werden sie in diesem Abschnitte dargelegt.

Die Stridulation der Männchen von *Thamnotrizon apterus* Fab. setzt sich aus einzelnen Perioden, diese aus einzelnen Zirplauten zusammen. Die einzelnen Zirplaute ein und derselben Periode werden in der Regel durch scharf abgemessene kurze Pausen voneinander getrennt. Den einzelnen Perioden folgen längere Pausen.

Jeder Zirplaut erschallt stets wie ein kurzes, ziemlich scharfes »Zrr«.

Die Höhe des Stridulationsschalles ist nur geringen Schwankungen unterworfen, die Stärke desselben kann jedoch bei den einzelnen Männchen unter Umständen stark variieren.[2]

[1] J. Regen, Neue Beobachtungen über die Stridulationsorgane der saltatoren Orthopteren. Arbeiten der zoolog. Institute in Wien, Bd. 14, 1903. J. Regen, Haben die Antennen für die alternierende Stridulation von *Thamnotrizon apterus* Fab. ♂ eine Bedeutung? Pflügers Arch., Bd. 155, Bonn 1913.

[2] Der Stridulationsschall von *Thamnotrizon apterus* Fab. ♂ ist ein Gemisch von verschiedenen Tönen und Geräuschen, woraus ein Ton, der annähernd h_5 entspricht, für das menschliche Gehörorgan besonders hervortritt. Größere Individuen erzeugen entsprechend den größeren Dimensionen der einzelnen Bestandteile ihrer Stridulationsapparate etwas tiefere Zirplaute als kleinere.

Der Stridulationsschall unseres Tieres ist unter normalen Verhältnissen mindestens so stark wie die Zirplaute anderer zirpender Locustiden Mitteleuropas von beiläufig gleicher Größe, aber bedeutend schwächer als die Lockrufe von *Gryllus campestris* L. ♂. Objektiv kann der Stridulationsschall von *Thamnotrizon apterus* Fab. ♂ mit Rücksicht auf die geringe schwingende Masse (Gewicht etwa 0·07 *mg*) und die kleinen Elongationen der wichtigsten schallerzeugenden Membran des Stridulationsapparates, des Spiegels, an und für sich wohl nur eine geringe Intensität besitzen. Die relativ gute subjektive Wahrnehmbarkeit dieses Schalles dürfte sich aus der größeren Empfindlichkeit des menschlichen Gehörorgans für hohe Töne und wahrscheinlich auch aus der Verstärkung des Stridulationsschalles durch die Resonanz des äußeren Gehörganges, wenigstens für viele Beobachter, erklären. Ein und dasselbe Männchen vermag seine Zirplaute bald stärker, bald schwächer oder sogar ganz leise hervorzubringen; es macht jedoch von dieser seiner Fähigkeit verhält-

In der Notenschrift könnte eine Periode, wenn man von der Tonhöhe und dem Zeitmaß absieht, etwa folgenderweise dargestellt werden:

♪ ♪ ♪ ♪ ♪ ♪ ♪ Pause.
zir zir zir zir zir zir zir

Im folgenden werden die einzelnen Zirplaute, da ihre Zeitdauer nur wenig variiert, stets mit ♪ oder ♪, wenn sie unbetont, mit ♪ oder ♪, wenn sie betont sind, angedeutet. Die in der Notenschrift zur Bezeichnung der Kürze üblichen Punkte unter-, beziehungsweise oberhalb der Noten werden, da man sie überall setzen müßte, weggelassen.

In je kürzeren Intervallen die einzelnen Zirplaute aufeinanderfolgen, desto näher werden die einzelnen Noten nebeneinander gesetzt.

Pausen, deren Länge der Dauer eines einzigen Zirplautes entspricht, werden mit 𝄾, längere mit –, —, usw. bezeichnet. Die Pausen werden in der Regel nur dort geschrieben, wo während ein und derselben Periode Zirplaute ausfallen. Die Pausen zwischen den einzelnen Perioden werden nicht berücksichtigt.

Um ein möglichst übersichtliches Bild von der Stridulation dieses Tieres geben zu können, wird im folgenden der Verlauf der einzelnen Stridulationsperioden mit Auslassung aller Details, also nur der Hauptsache nach, dargestellt. Eine genaue Analyse der einzelnen Perioden wird erst auf Grund der photographisch registrierten Stridulationskurven erfolgen.

---

nismäßig selten Gebrauch. In der Regel erschallen seine Zirplaute gleich stark. Da jedoch sowohl die Ausbildung als auch die Größe des Stridulationsapparates individuellen Schwankungen unterworfen ist, ist die Stärke des Stridulationsschalles bei verschiedenen Männchen im allgemeinen nicht ganz gleich. Ferner zirpen ältere Männchen meist schwächer und weniger lebhaft als jene, die erst Imagines geworden sind. Wird die Schrillader eines Männchens beschädigt, der Spiegel zerrissen oder gar die Schrillkante verletzt, dann kann das Tier nur noch sehr schwache oder überhaupt gar keine Zirplaute mehr hervorbringen.

a) Stridulation eines einzelnen Männchens.

Die Stridulation eines einzelnen Männchens M_1 wird durch folgende Perioden gekennzeichnet:

1. Die einzelnen Zirplaute folgen sehr rasch aufeinander. Das Intervall i zwischen zwei unmittelbar aufeinanderfolgenden Zirplauten ist hier am kürzesten [I)]. Jede Periode besteht aus etwa 3 bis 20 Zirplauten.

M_1 . . . . Pause . . . Pause u.s.f.[1] . . . . . I).

2. Die einzelnen Zirplaute folgen zunächst im Intervall i, später in einem größeren Intervall J aufeinander [II)]. Selten umgekehrt.

M_1 . . . . II).

Weder i noch J sind ganz konstant. Beide Intervalle werden teils vom Tier selbst, teils von äußeren Einwirkungen, namentlich aber von der Temperatur innerhalb gewisser Grenzen beeinflußt, wobei durch eine tiefere Temperatur sowohl i als auch J verlängert wird.

Die in schneller Aufeinanderfolge hervorgebrachten Zirplaute der beiden Perioden sind etwas kürzer und höher als in jenen Fällen, wo sie ritardando, beziehungsweise im Intervall J aufeinanderfolgen.

Beiden Perioden folgen längere Pausen, meist von ganz unbestimmter Dauer.

Die Perioden I) und II) erschallen hie und da während des Tages, in der Regel nur einzeln als »Warnungsruf«. Gegen Abend aber, namentlich bevor das lebhafte Gezirpe beginnt, sind sie öfter zu hören.

3. Die einzelnen Zirplaute folgen während der ganzen Periode im Intervall J aufeinander [III)]. Die Periode besteht aus etwa 3 bis 20 Zirplauten.

M_1 . . . . III).

---

[1] In der weiteren Darstellung wird stets nur eine einzige Periode angedeutet.

Beim Gezirpe eines einzelnen Männchens von *Thamnotrizon apterus* Fab. wiederholt sich meistens nur die Periode III).

Sowohl in I) als auch in II) und III) werden oft die letzten Zirplaute ritardando hervorgebracht.

Die Periode I) geht durch allmähliches Ritardando in vielen Fällen in die Periode III) über. Dieser Übergang wird annähernd durch die Periode II) angedeutet.

4. Die einzelnen Zirplaute folgen bald im Intervall *J*, bald etwas schneller, bald etwas langsamer aufeinander. Eine Periode besteht aus bedeutend mehr als 20, vielfach aus mehreren hundert Zirplauten:

M_1. . . u.s.f. } . . . IV).

Den Perioden III) und IV) folgen längere Pausen, entweder von unbestimmter oder von mehr oder weniger bestimmter Dauer.

Der Unterschied zwischen den beiden zuletzt genannten Perioden ist vielleicht ganz geringfügig, für die Beurteilung des Tympanalorgans als Gehörorgan jedoch insofern sehr wichtig, als ein des Tympanalorgans beraubtes Männchen wohl die Periode III), nicht aber die Periode IV) hervorbringt.

5. Werden in III) einzelne Zirplaute ausgelassen, dann kommen innerhalb ein und derselben Periode Gruppen von Zirplauten zum Vorschein:

M_1. . a) b) c)
d) e) } . . V).
f) g)
u.s.f.

Diese Perioden wurden meistens bei altersschwachen Männchen beobachtet.

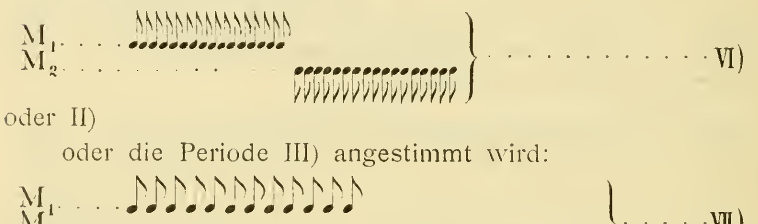
Das Gezirpe, welches das Männchen in Gegenwart des Weibchens anstimmt, ist ein schwaches, hie und da durch schrillere Zirplaute unterbrochenes Geräusch, ein leises »Trr—Trr«, das durch zarte Vibration der Elytren hervorgebracht wird. Dieses Gezirpe wurde jedoch ziemlich selten beobachtet und ist für diese Untersuchungen von keiner weiteren Bedeutung.

b) Stridulation zweier Männchen.

1. Zwei Männchen M_1 und M_2 zirpen für sich und verhalten sich also wie zwei einzelne Männchen. Bringen sie zufällig ihre Perioden mehr oder weniger gleichzeitig hervor, so erschallen die einzelnen Zirplaute regellos durcheinander.

2. Der Periode von M_1 folgt unmittelbar oder bald darnach die Periode von M_2, wobei von beiden

entweder die Periode I):
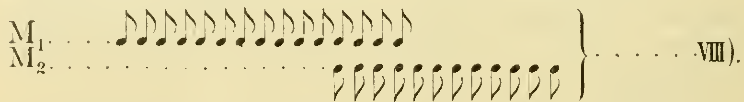


oder II)

oder die Periode III) angestimmt wird:

M1. . . .
M2. . . . . VII).

3. M_2 setzt mit seiner Periode ein, bevor M_1 seine Periode beendet hat [VIII)]. Hiebei wird von beiden Tieren entweder die Periode I) oder II) oder III) angestimmt. Die Periode III) wird aber bevorzugt.



Die Perioden VII) und VIII) wurden namentlich dann beobachtet, wenn die Männchen verhältnismäßig weit voneinander entfernt waren.

4. Kurz nachdem M_1 seine Periode III) begonnen hat, stimmt M_2 mit derselben Periode ein [IX)]. Die einzelnen Zirplaute der beiden Männchen erschallen bald regellos durcheinander, bald nacheinander, bald mehr oder weniger gleichzeitig; sie zirpen im letzteren Falle annähernd unisono. Bei diesem Gezirpe wird in der Regel nur die Periode III) angestimmt.

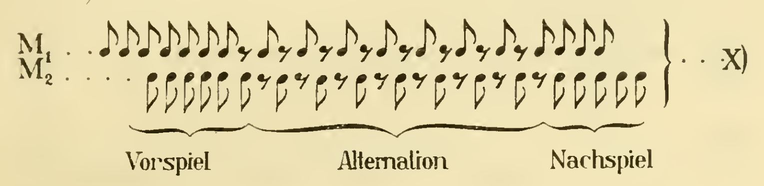
Wie am Anfange der Periode bloß die Zirplaute des einen Männchens erschallen, so setzt, nachdem das eine der beiden Männchen seine Periode beendet hat, das andere das Gezirpe allein noch einige Zeit fort.

M1. . . .
M2. . . . . IX).

Nachdem M_2 in VI) bis IX) seine Periode beendet hat, folgt eine längere Pause, entweder von unbestimmter oder von mehr oder weniger bestimmter Dauer.

5. Die Periode verläuft anfangs wie in IX). Ist der Einklang annähernd oder ganz hergestellt, dann setzt auf einmal eines der beiden Männchen, etwa M_1, mit jedem zweiten Zirplaut aus, M_2 tut nach Ablauf des Intervalls J dasselbe und nun wechseln sie mit ihren Zirplauten regelmäßig ab, sie a l t e r n i e r e n. Hierauf kehren sie, nachdem sie einige Zeit alterniert haben,

a) entweder zum Einklang, beziehungsweise zur Periode IX) zurück:



oder

b) sie alternieren bis zum Schlusse der Periode weiter fort [XI)]. Dieser Fall bildet die Regel.

M_1 . . .
M_2 . . . . . } XI).

Bei der Periode X) kann man drei Abschnitte unterscheiden:

a) das Vorspiel,

b) die Alternation (das Alternieren) und

c) das Nachspiel.

Das Vorspiel wird mit einem Solo des einen der beiden Männchen eingeleitet, das Nachspiel, in XI) die Alternation, mit einem Solo des einen der beiden Männchen abgeschlossen. Im letzteren Falle folgen die einzelnen Zirplaute bald im Intervall $2J$, bald im Intervall J aufeinander. Die letzten Zirplaute werden oft ritardando hervorgebracht.

Der Übergang von der regellosen zur alternierenden Stridulation wird in der Regel in der oben angedeuteten Weise bewerkstelligt. Hie und da vollzieht sich jedoch dieser Umschwung auffallend rasch, so daß der Einklang nicht herge-

stellt wird. Setzen aber zufällig beide Männchen mit ihren Zirplauten gleichzeitig aus, um an passender Stelle wieder einzusetzen, so entsteht zunächst eine kürzere Pause, worauf sie gewöhnlich abermals versuchen, ihre Zirplaute in regelmäßige Aufeinanderfolge zu bringen. Diese Bemühungen führen jedoch selten zum Erfolg. Nach einer längeren Pause wird die einmal mißlungene Periode von neuem begonnen.

6. Vielfach, namentlich dann, wenn die beiden Männchen schon einige Zeit, wie in XI) angedeutet wurde, gezirpt haben, wird das Vorspiel abgekürzt und entweder

a) von beiden:

M_1 . . .
M_2 . . . . XII)

oder

b) nur von einem der beiden Männchen angestimmt:

M_1 . . . . .
M_2 . . . . XIII).

7. Schließlich wird in vielen Fällen auch das in XIII) angedeutete kurze Vorspiel ganz weggelassen und die Alternation beginnt sofort:

M_1 . . .
M_2 . . . XIV).

Nachdem M_2, beziehungsweise M_1 in X) bis XIV) seine Periode beendet hat, folgt eine längere Pause, die jedoch beim lebhaften Alternieren etwas abgekürzt wird und dann oft von einer ziemlich konstanten Dauer ist.

Die Perioden VIII) und IX) stellen den Übergang von VII) nach X), die Perioden XII) und XIII) den Übergang von XI) nach XIV) dar.

Bei den in XI) bis XIV) angedeuteten Perioden wechseln die beiden Männchen hie und da sogar über 100 mal mit ihren Zirplauten ab,[1] bevor sie eine Pause eintreten lassen.

---

[1] Diese und ähnliche Angaben beziehen sich auf die Anzahl der Zirplaute, die eines der beiden Männchen während des Alternierens hervorbringt.

Wie aus XIV) ersichtlich ist, folgen während der Alternation die einzelnen Zirplaute sowohl von M_1 als auch von M_2 in dem Intervall $2J$ aufeinander. Jeder Zirplaut von M_1 ist aber von dem nächsten Zirplaut von M_2 um das Intervall J entfernt, d. h. beide Männchen zusammen vollführen die Periode III). Ein Beobachter, der der Sache fremd gegenübersteht und die beiden Männchen nicht sieht, wird daher leicht getäuscht und glaubt so, das Gezirpe nur eines einzigen Männchens zu hören.

8. Hie und da setzt das eine Männchen während der Alternation nicht mit jedem zweiten Zirplaut aus, sondern befolgt eine andere Regel, indem es gegen das Ende seiner Periode oder durch die ganze Periode hindurch Gruppen von Zirplaüten, wie in V) angedeutet wurde, hervortreten läßt:

M1 . . .
M2 . . . . XV).

9. Beginnt M_1 mit der Periode III) und setzt M_2 sofort an richtiger Stelle ein, dann folgen während der Alternation die einzelnen Zirplaute sowohl von M_1 als auch von M_2 im Intervall J aufeinander. Es entsteht so eine alternierende Periode, die äußerst schnell verläuft; denn jeder Zirplaut von M_1 ist von dem nächsten Zirplaut von M_2 um das Intervall i entfernt. Beide Männchen vollführen also in diesem Falle, während sie alternieren, zusammen die Periode I):

M1 . . .
M2 . . . . XVI).

Diese Periode tritt jedoch in reiner Form ziemlich selten auf. Meistens wird sie durch beiderseitiges Ritardando allmählich in die Periode XIV) übergeführt.

Die Periode XVI) wurde bei den Tieren, die aus der Umgebung von Vojsko und Unec (Krain) stammten, nur selten, bei den Tieren hingegen, die im Anningergebiete (Niederösterreich) gefangen wurden, öfter beobachtet. Da jedoch die Beobachtungen an den zuerst genannten Tieren Ende August und Anfang September, an den zuletzt genannten hin-

gegen Mitte Juli angestellt wurden, kann ich vorläufig nicht entscheiden, ob sich Tiere verschiedener Fundorte oder verschiedenen Alters diesbezüglich etwas verschieden verhalten.

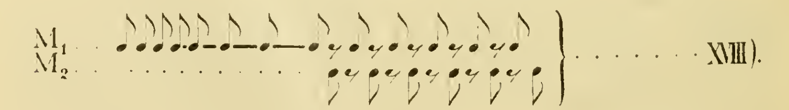
Weitere Beobachtungen über die alternierende Stridulation haben ergeben, daß bei der Herbeiführung derselben hauptsächlich nur eines der beiden Männchen sich besonders bemerkbar macht.

Dies äußert sich in verschiedener Weise:

1. Während ein Männchen (M_1) sonst die Periode III) bevorzugt, zirpt es in einem solchen Falle fast ununterbrochen weiter; es stimmt die Periode IV) an. Sobald jedoch ein anderes Männchen (M_2) einstimmt, setzt M_1 sofort mit jedem zweiten Zirplaut aus, wodurch das Alternieren herbeigeführt wird. Beendet aber M_2 seine Periode schon nach kurzer Zeit, dann zirpt M_1, ohne innezuhalten, weiter, indem es wieder, wie vor dem Alternieren, die einzelnen Zirplaute im Intervall J aufeinander folgen läßt [XVII)]. Dabei werden die einzelnen Zirplaute nicht selten auffallend stark betont, wodurch anscheinend M_2 zu weiterem Alternieren aufgefordert werden soll. Stimmt nun M_2 tatsächlich ein, so wiederholt sich der Vorgang.

M_1 . . .
M_2 . . . . XVII).

2. Haben M_1 und M_2 schon einige Zeit alterniert und stimmt M_2 bei der nächsten Periode nicht sofort ein, dann verlangsamt M_1 nach Beginn seiner Periode sein Gezirpe, indem es den einzelnen Zirplauten immer längere Pausen folgen läßt. Sobald aber M_2 einsetzt, zirpt M_1 in dem beim Alternieren üblichen Tempo weiter:



3. Ist das Alternieren schon längere Zeit in vollem Gange, so bringt M_1 zu Beginn einer neuen Periode oft nur einen einzigen

Zirplaut hervor und wartet, bis M_2 einstimmt. Ist dies geschehen, dann verläuft die Periode regelrecht bis zum Schlusse weiter:

M_1 . . . . XIX).
M_2 . . . .

c) Stridulation dreier und mehrerer Männchen.

1. Drei oder mehrere Männchen verhalten sich wie einzelne Männchen. Sie zirpen einzeln. Bringen sie zufällig ihre Perioden mehr oder weniger gleichzeitig hervor, so erschallen die einzelnen Zirplaute regellos durcheinander.

2. Sie zirpen, indem sich der Periode von M_1 nach und nach die Perioden der übrigen Männchen anschließen. Dabei wird

entweder die Periode I):

M_1. . .
M_2. . . . . XX)
M_3. . . . .

oder II)

oder die Periode III) angestimmt:

M_1. . . .
M_2. . . . . XXI).
M_3. . . . .

3. Der Anschluß der Perioden der einzelnen Männchen erfolgt, bevor M_1, beziehungsweise M_2 usw. seine Periode beendet hat [XXII)]. Hiebei wird die Periode III) bevorzugt.

M_1. . .
M_2. . . . . XXII).
M_3. . . . .

4. Kurz nachdem M_1 seine Periode begonnen hat, stimmen nach und nach die übrigen Männchen ein, wobei die einzelnen Zirplaute bald regellos durcheinander, bald nacheinander, bald mehr oder weniger unisono erschallen [XXIII)]. Hiebei wird in der Regel nur die Periode III) angestimmt.

M_1 . . .

M_2 . . . . .

M_3 . . . . XXIII).

Die Periode XXII) bildet den Übergang von XXI) nach XXIII).

Nachdem M_3 in XX) bis XXIII) seine Periode beendet hat, folgt eine längere Pause, entweder von unbestimmter oder von mehr oder weniger bestimmter Dauer.

Dabei ist hervorzuheben, daß das Einstimmen der einzelnen Männchen während ein und derselben Periode in verschiedener Weise erfolgen kann, wobei dann die hier angedeuteten Perioden XXI), XXII) und XXIII) miteinander kombiniert erscheinen.

5. Drei oder mehrere Männchen alternieren [XXIV)]. Das alternierende Gezirpe vollzieht sich in diesem Falle zumeist in folgender Weise:

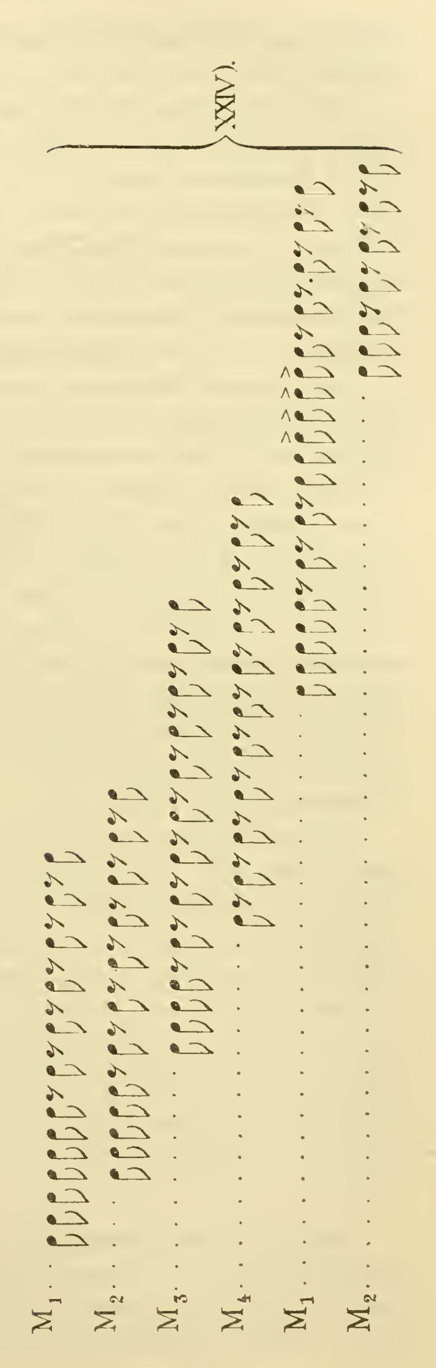
M_1 beginnt mit einem kurzen Vorspiel, dann stimmen der Reihe nach die übrigen Männchen M_2, M_3, M_4 usw. ein. Dabei erschallen einerseits die Zirplaute der Männchen M_1, M_3 usw., andrerseits die Zirplaute der Männchen M_2, M_4 usw. während des Alternierens gleichzeitig oder nahezu gleichzeitig.

In der Regel wird von jedem Männchen ein kurzes Vorspiel angestimmt, das Nachspiel aber in der Regel weggelassen. Hie und da bringt das eine oder das andere Männchen während des Alternierens auch eine von den in V) angedeuteten Perioden hervor.

Die Periode XXIV) dauert bisweilen sehr lange, bevor eine Pause eintritt; denn während z. B. M_1 und M_2 nach Beendigung ihrer Perioden pausieren, setzen M_3 und M_4 das Alternieren weiter fort und, bevor diese aufhören, stimmen jene wieder von neuem ein. So beobachtete ich am 11. Sep-

tember 1913, in der Zeit zwischen 10 und $10^1/_2{}^h$ nachts, daß sechs Männchen, von denen jedes in einem besonderen Terrarium gehalten wurde (die Entfernung zwischen je zwei benachbarten Terrarien betrug 10 *cm*), während ein und derselben Periode 3600mal alternierten. Dabei hatte ich aber weder dem Anfang dieser Periode beigewohnt noch wartete ich das Ende derselben ab.

Auch dann, wenn mehrere Männchen alternieren, ist es in der Regel nur eines [M_1 in XXIV)], das sich durch seine Lebhaftigkeit besonders hervortut und das Gezirpe allein so lange fortsetzt, bis eines von den übrigen wieder einstimmt und mit ihm alterniert. Dann stimmen nach und nach öfters auch die anderen ein und die Periode, die schon dem Abreißen nahe war, wird nun weiter gesponnen.



Hinsichtlich der Entfernung zwischen zwei alternierenden Männchen von *Thamnotrizon apterus* Fab. wurde bisher folgendes ermittelt:

Zu wiederholten Malen beobachtete ich, daß zwei

Männchen, die in der freien Natur 1 bis 2 *m*, in geschlossenem Raume 3 bis 4 *m* voneinander entfernt waren, alternierten.

Am 18. Oktober 1913, in der Zeit zwischen $6^1/_2$ und 7^h abends, stellte ich fest, daß in einem geschlossenen Raume, dessen Temperatur etwa 11·5° C betrug, zwei Männchen bei einer gegenseitigen Entfernung von etwa 10·5 *m* noch präzis alternieren konnten. Die Zirplaute folgten verhältnismäßig langsam aufeinander. Jedes Männchen brachte während des Alternierens in 4 Sekunden etwa 5 Zirplaute hervor, wobei jede einzelne Periode durchschnittlich etwa 9 Zirplaute umfaßte.

Die beiden Männchen befanden sich in zwei würfelförmigen, aus möglichst weitmaschigem Drahtnetze hergestellten Käfigen von 30 *cm* Seitenlänge.

Der Beobachtungsraum bestand aus einem Vorraum (Länge 5·6 *m*, Breite 2·8 *m*, Höhe 2·7 *m*) und einem Zimmer (Länge 5·4 *m*, Breite 2·6 *m*, Höhe 2·7 *m*). Beide Räume waren durch eine offene Tür (Breite 1 *m*, Höhe 1·8 *m*) miteinander verbunden.

Da mir in der kleinen Ortschaft, wo diese Untersuchungen angestellt wurden, kein größerer Raum zur Verfügung stand, konnte ich die Entfernung zwischen den beiden alternierenden Männchen nicht weiter vergrößern. Die Entfernung von 10·5 *m* ist daher wahrscheinlich noch nicht die größte, bei der ein Alternieren noch möglich ist.

Sicher ist aber mit Rücksicht auf die verhältnismäßig geringe Intensität des Stridulationsschalles schon diese Entfernung auch in geschlossenem Raume als groß zu bezeichnen, namentlich, wenn dabei noch der im Versuchsraume störend auftretende Nachhall berücksichtigt wird. Als ich während des Alternierens in der Nähe des einen Männchens stand, konnte mein Ohr die einzelnen Zirplaute des anderen nicht mehr genau und deutlich wahrnehmen und ich mußte, um das Alternieren scharf verfolgen zu können, die Mitte zwischen den beiden Tieren aufsuchen.

Die Frage, ob *Thamnotrizon apterus* Fab. ♂ nur den Stridulationsschall seiner eigenen Spezies oder auch andere Arten von Schall wahrnimmt, kann vorläufig in keiner Weise beantwortet werden.

Ich ließ durch ein Laufwerk der Reihe nach verschiedene Glocken und schließlich eine auf den Stridulationsschall möglichst genau gestimmte Galtonpfeife im Intervall 2 *J* kurz ertönen und stellte nach und nach mehrere Männchen in verschiedenen Entfernungen von dem jeweils tönenden Körper auf. Eine Woche hindurch wurden täglich, wenn die Tiere zu alternieren begannen, diese Beobachtungen angestellt; doch konnte ich während dieser Zeit kein einzigesmal feststellen, daß das eine oder das andere Männchen, das zu wiederholten Malen mit einem seiner Genossen alterniert hatte, auch nur ein einzigesmal mit dem Ton einer Glocke oder der Pfeife alterniert hätte.

Während jedoch die Männchen weder in der Gefangenschaft noch in der freien Natur für andere Schalläußerungen ein Interesse zu haben scheinen. belauschen sie, wie aus folgender Beobachtung hervorgeht, das Gezirpe ihrer Artgenossen anscheinend auf das eifrigste.

Bei einer Exkursion ins Anningergebiet hörte ich plötzlich in meiner Nähe in einem Strauch das Gezirpe eines Männchens (M_1) von *Thamnotrizon apterus* Fab., das die Periode III) nach einer kurzen Pause immer wieder von neuem wiederholte. Es gelang mir nach einigen Bemühungen, das Männchen zu erblicken. Meine Nähe störte es offenbar nicht, denn es zirpte weiter. Nach jeder Periode bewegte es während der Pause seine Fühler lebhaft nach allen Seiten und änderte hie und da seinen Standort. Während des Zirpens saß es aber stets auf derselben Stelle. Bevor es die Periode anstimmte, krümmte es seinen Rücken, um das dachförmig verlängerte Pronotum emporzuheben und so den stridulierenden Elytren den notwendigen Raum zu verschaffen. Während es die Elytren auf- und zuklappte, bewegte es ruckweise seinen Körper.

Da erschallte in demselben Strauch die Periode III) eines anderen Männchens (M_2). M_1 wiederholte sofort dieselbe Periode, wobei es die einzelnen Zirplaute ritardando hervorbrachte. M_2 stimmte ein. Nun alternierten sie. Nach jeder Periode bewegte sich jedoch M_1 um eine kurze Strecke weiter, und zwar, wie es mir schien, in der Richtung, aus welcher die fremden Zirplaute drangen. Ich verfolgte das Männchen M_1 ununterbrochen mit meinen Blicken und bemerkte bald das Männchen M_2. Die einzelnen Perioden von M_1 wurden nun auffallend kurz. Es näherte sich M_2 immer mehr und lokalisierte es schließlich mit Hilfe seiner Fühler. Nun zirpte M_1 noch einmal ganz kurz in nächster Nähe von M_2. Sobald aber M_2 den ersten Zirplaut von sich gab, sprang M_1 auf dasselbe zu und versuchte es mit seinen kräftigen Mundwerkzeugen zu verwunden und in die Flucht zu schlagen. Das gelang M_1 sehr bald, denn M_2 war ein schwaches Männchen, das sich von nun an in irgend einem Versteck ganz still verhielt und sich trotz der Bemühungen von M_1 zu keinem weiteren Alternieren verleiten ließ.

Das Alternieren scheint somit eine besondere Äußerung der Rivalität zu sein. Ob diesem Phänomen außerdem noch eine andere biologische Bedeutung zukommt, werden erst weitere Beobachtungen zeigen.

B. Versuche.

Als ich Ende August des Jahres 1896 in der Umgebung von Vojsko zum erstenmal die Beobachtung machte, daß zwei Männchen von *Thamnotrizon apterus* Fab. alternierten, dachte ich an eine Fortpflanzung des Stridulationsschalles vom Stridulationsapparat als Schallerreger bis zum schallrezipierenden Organ dieses Tieres durch den festen Boden ebensowenig wie bei allen meinen späteren diesbezüglichen Beobachtungen und Versuchen. Ich nahm vielmehr, wie dies bei den in der Luft lebenden Tieren wohl meistens geschieht, auch bei *Thamnotrizon apterus* Fab. ♂ die Leitung des Schalles durch die Luft an und blieb bei dieser Annahme auch dann noch, als ich später diese Tiere in Terrarien nahe beieinander hielt und beobachtete.

Im Gegensatze dazu scheint es jedoch Mangold zunächst wahrscheinlicher, daß das Stridulationsgeräusch meiner Versuchstiere durch die gemeinsame feste Unterlage, auf der sie sich befanden, zu ihrem schallrezipierenden Organ gelangte, und zwar aus dem Grunde, »da die Tiere offenbar stets sehr nahe beieinander saßen«.

Zu dieser Annahme war Mangold um so mehr berechtigt, als ich ja, wie er hervorhebt, in jener Arbeit keine näheren Angaben über die Entfernung zwischen den alternierenden Tieren gemacht habe.

Da aber diese höchst wichtige Frage durch bloße Feststellung der beobachteten Entfernungen alternierend zirpender Versuchstiere voneinander noch keineswegs gelöst werden konnte, war es notwendig, eine genauere Untersuchung anzustellen.

Apparate und Versuchstiere.

Die wichtigsten Apparate, deren ich mich fast bei allen diesen Versuchen bediente, waren zwei gleich große Schalltrichter. Nachstehende Fig. 1 stellt einen solchen Schalltrichter dar. Dimensionen:

$$aA = bB = cC = dD = 90\ cm,$$
$$ab = bc = cd = da = 10\ cm,$$
$$AB = BC = CD = DA = 40\ cm.$$

Nach Abnahme der Wand *abcd* konnten des bequemeren Transportes wegen die übrigen Wände zusammengeklappt werden.

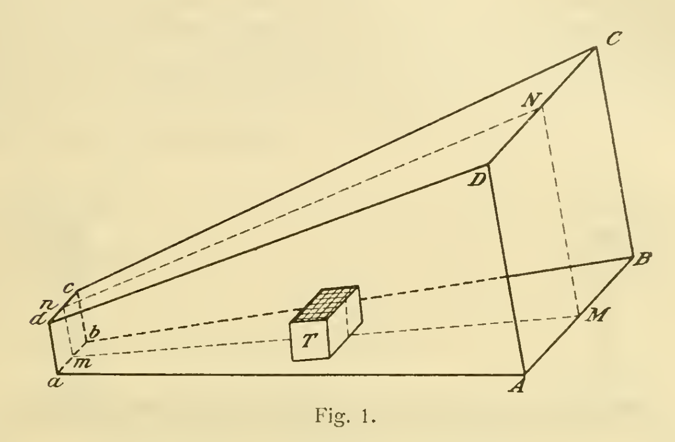


Fig. 1.

In den Fig. 2, 3 und 4 wird nur der mittlere Schnitt *mMNn* gezeichnet.

Die Versuchstiere, muntere Männchen von *Thamnotrizon apterus* Fab., wurden in kleinen, mit Drahtnetzen verschlossenen Terrarien (Fig. 1, *T*, Länge 16 *cm*, Breite = Höhe 8 *cm*) einzeln gehalten und täglich nachmittags gefüttert. Jedes Tier bekam ein mit Wasser bespritztes Salatblatt, ein Stück Möhre und einen zerschnittenen Mehlwurm. Dürres Laub und einige auf den Boden der Behälter gelegte frische Buchenzweige sollten den Tieren auch in der Gefangenschaft ein Verstecken ermöglichen.

I. Versuch.

(8. September 1913.)

Anordnung. Die beiden Schalltrichter wurden mit einander zugekehrten Öffnungen (I. Stellung, Fig. 2) in einem Zimmer (Experimentierzimmer) auf zwei Tischen, 4 *m* voneinander entfernt, aufgestellt. Dabei wurde die Entfernung der beiden Schalltrichter voneinander von der Mitte der Bodenfläche *aABb* (Fig. 1) des einen Schalltrichters (St_1) bis zu der des zweiten (St_2) gemessen (Fig. 2).

In einem anderen Zimmer (Vorzimmer), das mit dem ersten durch eine Tür (Verbindungstür) verbunden war, befand sich, etwa 9 *m* von den beiden Schalltrichtern entfernt, eine Schar zirpender Männchen, aus der die eigentlichen Versuchstiere erst ausgesucht werden sollten. Die Männchen zirpten meist fast den ganzen Tag hindurch; aber erst mit dem Eintritte der Dämmerung oder gar erst in der Nacht stellte sich das Alternieren

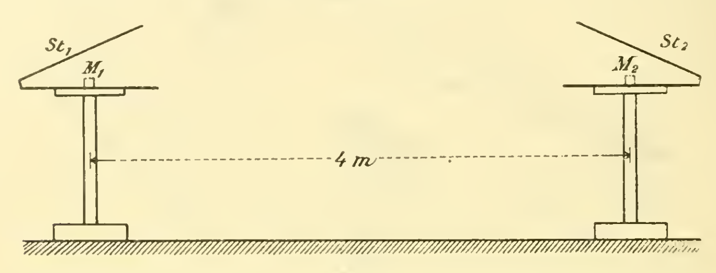


Fig. 2.

ein. Sobald nun dies der Fall war (es war bei diesem Versuche um $8^1/_2{}^h$ abends), wurden die zwei am lebhaftesten alternierenden Männchen den Genossen weggenommen, in ihren Behältern in den inneren Raum der beiden Schalltrichter gebracht und in der Mitte der Bodenfläche *aABb* (Fig. 1) aufgestellt. Dabei wurden die Längsflächen der beiden Terrarien einander zugekehrt (vgl. Fig. 1, *T*). Die Entfernung der beiden Terrarien voneinander betrug somit, von Mitte zu Mitte gemessen, 4 *m*.

Ich bemerke, daß die zum Gelingen des Versuches notwendige Distanz von 4 *m* erst durch Vorversuche ermittelt worden war.

Verlauf. Zu Beginn des Versuches wurde die Verbindungstür der beiden Zimmer ganz geöffnet. Die zurückgelassenen Männchen sollten nämlich durch ihr Gezirpe den beiden nunmehr ziemlich abseits weilenden Genossen ihre Gegenwart verkünden und sie so in ihrem Sicherheitsgefühl erhalten.

Während des Versuches wurde das Experimentierzimmer stets verfinstert; nur bei der Vornahme der notwendigen Manipulationen war es schwach beleuchtet.

Die beiden Männchen M_1 und M_2, die bei der Übertragung aus dem Vorzimmer in das Experimentierzimmer verstummt waren, begannen nun bald wieder zu zirpen. Sie zirpten aber anfangs meist einzeln, indem sie die Periode III) wiederholten. Falls sie aber zufällig gleichzeitig zirpten, erschallten ihre Zirplaute regellos durcheinander. Die einzelnen Perioden umfaßten 12 bis 20 Zirplaute.

Nach einiger Zeit begannen sie zu alternieren. War das Alternieren einmal in vollem Gange, dann wurde die Verbindungstür so weit geschlossen, daß das Gezirpe der im Vorzimmer befindlichen Männchen im Experimentierzimmer nur noch schwach zu hören war und die Beobachtung nicht störte.[1]

Die Perioden erschallten anfangs:

M_1 . . . .
M_2 . . . . XXV).

Später kam die Periode XI), hie und da aber auch die Periode XII) zum Vorschein. Das in der Periode XXV) angedeutete Vorspiel war auffallend lang.

Nachdem ich 50 Perioden angehört und mich überzeugt hatte, daß die Tiere fast bei jeder Periode in der angegebenen Weise alternierten (nur bei einigen wenigen Perioden zirpten sie einzeln), brachte ich die beiden Schalltrichter in die entgegengesetzte Stellung, so daß nun die Trichterspitzen einander zu-, die Trichteröffnungen hingegen voneinander abgekehrt waren (II. Stellung, Fig. 3).

Die beiden Terrarien mit den Versuchstieren blieben dabei genau an derselben Stelle auf dem Boden der Schalltrichter, wo sie früher gewesen waren, so daß ihre Entfernung voneinander bei der II. Stellung der Schalltrichter genau dieselbe war wie bei der I. Stellung. Sie betrug somit nach wie vor 4 *m*.

Das Gezirpe der beiden Männchen war aber jetzt auffallend verschieden von dem, welches sie bei der I. Stellung der Schalltrichter angestimmt hatten. Während sie früher fast

---

[1] Bei den später angeführten Versuchen alternierten die beiden Versuchstiere in vielen Fällen auch bei völlig geschlossener Verbindungstür längere Zeit hindurch weiter.

bei jeder Periode alterniert hatten, blieb nun das Alternieren vollständig aus. Das Männchen M_1 begann mit seiner Periode, M_2 stimmte bald ein. Aber die einzelnen Zirplaute der beiden Tiere erschallten bald regellos durcheinander, bald nacheinander, hin und wieder unmittelbar hintereinander, so daß sie

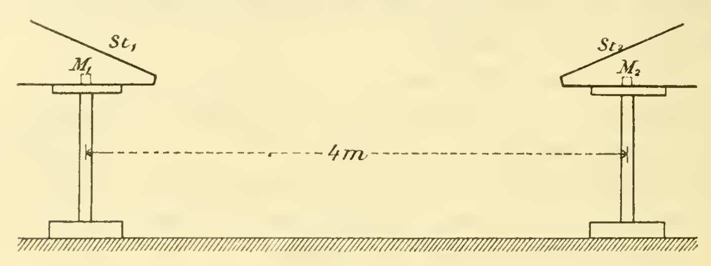


Fig. 3.

fast wie ein einziger, etwas in die Länge gezogener Zirplaut erklangen; zum Alternieren aber konnten sie kein einzigesmal mehr übergehen:

M_1 . . .
M_2 . . . } . . . . . . XXVI).

Nachdem ich auch in diesem Falle 50 Perioden beobachtet und es sich dabei herausgestellt hatte, daß die beiden Tiere stets in der angedeuteten Weise stridulierten, brachte ich die beiden Schalltrichter wieder in die ursprüngliche Stellung (I. Stellung, Fig. 2).

Da änderte sich die Stridulation mit einem Schlage. Die beiden Tiere alternierten sofort wieder. Während jedoch früher bei der I. Stellung der Schalltrichter die alternierenden Perioden höchstens 30 Zirplaute umfaßten, wechselten die Tiere jetzt, was gewiß sehr merkwürdig ist, bei der ersten Periode 118mal und bei den folgenden noch einige Male über 100mal, ja einmal sogar 556mal mit ihren Zirplauten ab, bevor sie die Periode beendeten und eine Pause eintreten ließen.

Hinsichtlich der letzteren alternierenden Periode, der längsten, die bis jetzt bei zwei Männchen beobachtet wurde, wäre noch zu bemerken:

Die einzelnen Zirplaute folgten zunächst in dem üblichen Tempo und erst nach einiger Zeit, offenbar infolge von Ermüdung, nach und nach etwas langsamer aufeinander. Während das eine Männchen die ganze Periode hindurch in der gewöhnlichen Weise zirpte, indem es mit jedem zweiten Zirplaut aussetzte, flocht das andere an zwei Stellen die Periode V*a*) ein. Dies geschah jedoch mit einer derartigen Präzision, daß das Alternieren hiedurch nicht im geringsten gestört wurde. Der Vorgang spielte sich an den genannten Stellen in folgender Weise ab:

M_1 .... u.s.f. } ...... XXVII).
M_2 ....
Va)

An diesen Versuch wurde an demselben Tage um $9^3/_4{}^h$ abends sofort der nächstfolgende angeschlossen.

II. Versuch.

Anordnung. Die beiden Schalltrichter wurden in der I. Stellung (Fig. 2) in derselben gegenseitigen Entfernung wie am Schlusse des I. Versuches belassen; doch wurden beide mit je einer Wolldecke so zugedeckt, daß ihre Öffnungen gänzlich verhängt waren. In den beiden Schalltrichtern befanden sich dieselben zwei Tiere wie beim I. Versuch. Beide Terrarien waren, wie vorher, 4 *m* voneinander entfernt.

Verlauf. Die beiden Versuchstiere M_1 und M_2 alternierten, so lange die beiden Trichteröffnungen unverhängt waren, sehr lebhaft. Sobald diese jedoch verhängt wurden hörte das Alternieren sofort auf.

Die beiden Tiere brachten zwar ihre Perioden noch immer mehr oder weniger gleichzeitig hervor, aber ihre Zirplaute erschallten dabei meist regellos durcheinander, hie und da auch annähernd unisono. Ihr Verhalten war somit dem beim I. Versuch, II. Stellung der Schalltrichter, fast gleich.

Nachdem ich 50 Perioden beobachtet und festgestellt hatte, daß während dieser Zeit das Gezirpe im wesentlichen gleich blieb, brachte ich die beiden bedeckten und verhängten Schalltrichter in die II. Stellung (Fig. 3), ohne ihre gegenseitige Entfernung dabei zu verändern.

Das Gezirpe der beiden Versuchstiere änderte sich nun sofort wieder.

Während früher (I. Stellung der Schalltrichter) M_2, bald nachdem M_1 seine Periode begonnen hatte, einsetzte, stimmte jetzt (II. Stellung der Schalltrichter) M_2 erst ein, nachdem M_1 schon einen großen Teil seiner Periode oder diese fast ganz oder überhaupt ganz beendet hatte. Ihre Perioden erschallten somit nacheinander oder nahezu nacheinander:

M_1 . . . . . .
M_2 . . . . } . . . . XXVIII).

Nachdem ich 50 Perioden beobachtet hatte, wobei sich das Gezirpe nicht wesentlich änderte, brachte ich die beiden verhängten Schalltrichter wieder in die I. Stellung. Die Perioden erschallten jetzt wieder wie vorher bei der gleichen Stellung der Schalltrichter.

Nun nahm ich von den beiden Schalltrichtern die Wolldecken weg. Das Alternieren stellte sich wieder ein.

Schlußfolgerungen. Bei den im Vorstehenden angeführten Versuchen kamen als den Schall fortpflanzende Mittel die umgebende Luft und die gemeinsame feste Unterlage, auf der die Tiere während der Versuche stets in gleicher oder fast gleicher Entfernung voneinander sich befanden, in Betracht.

Die Ausbreitung der Schallwellen in der gemeinsamen festen Unterlage (die Unterstützungsflächen der beiden Versuchstiere, verbunden durch Teile dazwischenliegender fester Körper) wurde während aller Versuche in keiner wie immer gearteten Weise beeinflußt. Die Intensität des Stridulationsschalles blieb somit in diesem Schallmittel für das schallrezipierende Organ

der beiden Versuchstiere stets gleich. Dagegen wurde durch die beiden Schalltrichter die allseitig freie Ausbreitung der Schallwellen in der umgebenden Luft verhindert. In diesem Schallmittel wurde die Intensität des Stridulationsschalles für das schallrezipierende Organ der beiden Versuchstiere entweder vergrößert (I. Stellung der Schalltrichter) oder vermindert (II. Stellung der Schalltrichter). Somit kann nur diese Beeinflussung die Änderung im Verhalten der Versuchstiere bei ihrer Stridulation bewirkt haben. Diese nehmen demnach mit Hilfe ihres schallrezipierenden Organs die Schallwellen der Luft, nicht aber die des festen Bodens wahr.

Des weiteren ergibt sich:

1. Bleibt bei *Thamnotrizon apterus* Fab. der Stridulationsschall bei entsprechender Entfernung zweier zirpender Männchen voneinander ungedämpft, so bringen diese ihre Perioden mehr oder weniger gleichzeitig hervor und sind imstande zu alternieren [XXV)].

In diesem Falle wird von den Tieren offenbar jeder einzelne Zirplaut genau und deutlich wahrgenommen und von dem vorangehenden, beziehungsweise nachfolgenden scharf unterschieden.

2. Wird der Stridulationsschall bei gleichbleibender Entfernung zweier zirpender Männchen voneinander nur wenig gedämpft, so können sie ihre Perioden zwar noch immer mehr oder weniger gleichzeitig hervorbringen, sind aber nicht mehr imstande zu alternieren. Die einzelnen Zirplaute erschallen unter diesen Verhältnissen mehr oder weniger unisono, nacheinander oder regellos durcheinander [XXVI)].

In diesem Falle vernehmen die Tiere offenbar wohl noch die einzelnen Zirplaute bis zu einem gewissen Grade, ohne sie aber scharf voneinander zu unterscheiden.

3. Wird der Stridulationsschall bei gleichbleibender Entfernung zweier zirpender Männchen voneinander entsprechend stark gedämpft, so bringen sie ihre Perioden nicht mehr gleichzeitig, sondern nacheinander hervor [XXVIII)].

Sie unterscheiden in diesem Falle offenbar die einzelnen Zirplaute nicht mehr voneinander.

Unter gleichzeitiger Berücksichtigung der in der freien Natur beobachteten Perioden VII) und VIII) einerseits und der experimentell hervorgerufenen Periode XXVIII) andrerseits kann ich sagen:

Ein gewisser Grad der Dämpfung des Stridulationsschalles entspricht einer Entfernung, bei der sich die beiden stridulierenden Tiere bereits außerhalb der deutlichen Hörweite befinden.

Nun könnte eingewendet werden, einer oder mehrere der folgenden Nebenumstände hätten den Verlauf dieser Versuche irgendwie beeinflußt:

1. Die beiden Versuchstiere waren, da sie in ihren Terrarien offenbar öfters den Platz wechselten, nicht stets gleich weit voneinander entfernt. [Bei der oben angedeuteten Stellung der beiden Terrarien konnten die Tiere ihre gegenseitige Entfernung etwa um $\pm 2^0/_0$ der gegebenen Strecke (4 *m*) variieren.]

2. Aus diesem Grunde waren sie auch zur Richtung der eintreffenden Schallwellen nicht stets in der gleichen Weise orientiert.

3. Da auf dem Boden der Behälter dürres Laub, Buchenzweige und Speisereste lagen, saßen sie offenbar auch nicht stets auf derselben Unterlage.

Diesen Einwänden gegenüber muß zunächst hervorgehoben werden, daß bei derselben Versuchsanordnung der Verlauf des betreffenden Versuches (es wurden immer 50 Perioden beobachtet) stets gleich blieb, was offenbar nicht der Fall gewesen wäre, wenn die genannten Umstände irgendwelche bemerkbare Wirkung ausgeübt hätten.

Überdies wurden die Versuche in der Weise wiederholt, daß einerseits die beiden Terrarien nicht mit ihren Längsflächen, wie vorher, sondern mit ihren Querflächen einander gegenübergestellt wurden, wobei die beiden Versuchstiere ihre gegenseitige Entfernung etwa um $\pm 4^0/_0$ der gegebenen Strecke (4 *m*) variieren konnten, andrerseits verschiedene Behälter, und zwar entweder aus Glas oder aus Metall, zur Anwendung kamen, die durch Drahtnetze abgeschlossen waren und nichts anderes als die Versuchstiere beherbergten. In

allen diesen Fällen aber war der Verlauf der Versuche, sofern sie unter den gleichen Verhältnissen und Bedingungen, wie früher beschrieben, durchgeführt wurden, stets gleich. Die einzige Schwierigkeit bestand darin, diese Versuche bei der Wiederholung mit denselben zwei Versuchstieren durchzuführen wie vorher; denn diese hörten, kaum daß der I. Versuch beendet worden war, in den meisten Fällen bereits zu alternieren auf und vereitelten die Wiederholung des II. Versuches insofern, als dieser nicht sofort an den I. Versuch angeschlossen werden konnte. Bei der Wiederholung dieser Versuche mit anderen Versuchstieren mußte aber die für das Gelingen dieser Versuche notwendige Entfernung der beiden Versuchstiere voneinander erst ermittelt werden.

III. Versuch.

(22. September 1913.)

Anordnung (Fig. 4). Die beiden Schalltrichter befanden sich in der I. Stellung. Mit Ausnahme der Fläche *aABb* (Fig. 1)

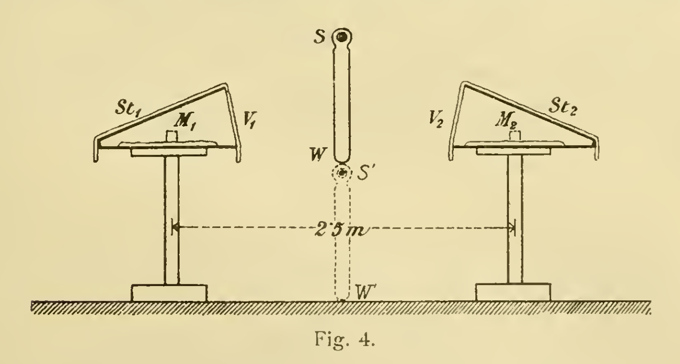


Fig. 4.

wurden alle Begrenzungsflächen eines jeden Schalltrichters mit einer Lage Watte und darüber mit einer Wolldecke zugedeckt; überdies wurde jede Schalltrichteröffnung mit einem aus einer Lage von je sechs übereinander gelagerten Watteblättern verfertigten Vorhang V_1, beziehungsweise V_2 ganz verhängt. V_1, beziehungsweise V_2 war an der Kante *CD* (Fig. 1) befestigt und konnte nach Belieben auf die Wand *cCDd* umgelegt oder herabgelassen werden. Im letzteren Falle ragte er über die Kanten *AB*, *BC* und *AD* je um etwa 12 *cm* hinaus.

Im inneren Raume eines jeden Schalltrichters wurde auf der Bodenfläche $aABb$ eine Lage von je sechs übereinander gelagerten Watteblättern ausgebreitet und darauf das Terrarium T mit dem Versuchstier M_1, beziehungsweise M_2 aufgestellt. Die Entfernung der beiden Terrarien voneinander betrug, von Mitte zu Mitte gemessen, 2·5 *m*.

Eine aus 24 übereinander gelagerten Watteblättern hergestellte schalldämpfende Wand SW ($S'W'$) konnte während des Versuches etwa in der Mitte der Entfernung zwischen den beiden Schalltrichtern von zwei Personen völlig geräuschlos und ohne merkliche Erschütterung des Bodens in vertikaler Richtung gehoben (SW, Fig. 4) und wieder gesenkt werden ($S'W'$, Fig. 4).

Diese beiden Stellungen der schalldämpfenden Wand werden auch bei den Perioden XXIX) bis XXXV) durch SW und $S'W'$ angedeutet.

Die Wand SW besaß die Form eines Quadrates von 1 *m* Seitenlänge, dessen eine Seite an einer 2 *m* langen Stange S befestigt war, deren Enden als Handgriffe dienten.

Die zum Gelingen des Versuches notwendige Dicke der schalldämpfenden Vorhänge V_1, V_2 und der schalldämpfenden Wand SW sowie die Entfernung der beiden Versuchstiere voneinander wurden durch einige Vorversuche ermittelt.

Verlauf. Durch die zu Beginn des Versuches geöffnete Tür des schwach beleuchteten Experimentierzimmers drang das Gezirpe der im Vorzimmer befindlichen Männchen herein. V_1 und V_2 waren zurückgeschlagen.

Sobald nun M_1 und M_2 zu alternieren begannen (es war etwa 10^h nachts), wurde die Verbindungstür behutsam geschlossen, sodann V_1 und nach einer Weile V_2 herabgelassen und endlich das Experimentierzimmer gänzlich verfinstert. Trotz der starken Dämpfung des Stridulationsschalles setzten M_1 und M_2 mit dem Alternieren fort. Bei den einzelnen Perioden dauerte jedoch das einleitende Gezirpe von M_1 ziemlich lange, bevor M_2 einstimmte, und die Alternation umfaßte höchstens 20 Zirplaute. Die Wand SW befand sich unterdessen in der Stellung $S'W'$.

Während nun M_1 und M_2 eine Periode anstimmten und regelrecht miteinander alternierten, wurde die Wand SW' rasch gehoben. Dieser dem Experimentierenden und sicherlich auch den Versuchstieren völlig unsichtbare Gegenstand übte aber, sobald er sich in vertikaler Stellung zwischen den beiden Schalltrichtern befand, auf die Stridulation der beiden Männchen einen höchst auffallenden Einfluß aus, der sich bei den einzelnen Perioden in verschiedener Weise bemerkbar machte:

1. Beide Männchen hörten mit einem Schlage zu zirpen auf:

S' S
M_1 . . . . . .
M_2 . . . . XXIX).
W' W

2. Nur eines der beiden Männchen hörte zu zirpen auf, das andere zirpte, mit jedem zweiten Zirplaut aussetzend, wie während des Alternierens weiter:

S' S
M_1 . . . . . .
M_2 . . . . XXX).
W' W

3. Eines der beiden Männchen hörte zu zirpen auf, das andere zirpte weiter, setzte aber nicht mit jedem zweiten Zirplaut aus, sondern ließ seine Zirplaute wie beim Vorspiel rasch aufeinander folgen. Hie und da war dabei ein Ritardando bemerkbar:

S' S
M_1 . . . . . .
M_2 . . . . XXXI).
W' W

4. Beide Männchen zirpten zwar weiter, gaben aber sofort das Alternieren auf und zirpten regellos durcheinander,

indem sie die Zirplaute wie beim Vorspiel rasch aufeinander folgen ließen:

S' S
M_1 . . . . .
M_2 . . . . . XXXII).
W' W

Nun wurden diese Versuche wiederholt. Trat aber dabei beim Heben von SW einer der zuletzt erwähnten drei Fälle ein, dann wurde SW rasch wieder gesenkt und nach einiger Zeit wieder gehoben.

Dabei zeigte sich folgendes:

1. Falls beim Heben von SW eines der beiden Männchen (M_2) zu zirpen aufgehört hatte und das andere (M_1) weiterzirpte, stimmte jenes, sobald SW gesenkt wurde, sofort wieder ein und alternierte regelrecht, um sofort wieder aufzuhören, wenn SW wieder gehoben wurde. Dabei legte M_1 ein zweifaches Verhalten an den Tag:

a) M_1 setzte mit jedem zweiten Zirplaut aus, zirpte also wie während des Alternierens weiter:

S' S S' S
M_1 . . . . .
M_2 . . . . . XXXIII).
W' W W' W

b) M_1 ließ seine Zirplaute, während M_2 pausierte, rasch aufeinanderfolgen, setzte aber, sobald M_2 mit einstimmte, sofort wieder mit jedem zweiten Zirplaut aus:

S' S S' S
M_1 . . .
M_2 . . . . XXXIV).
W' W W' W

2. Wenn beim Heben von SW beide Männchen zwar weitergezirpt, aber nicht mehr alterniert hatten, so stellte sich beim Senken von SW das Alternieren nach kurzer Zeit wieder

ein, um bei neuerlichem Heben von SW sofort wieder in ein regelloses Durcheinanderzirpen beider Tiere überzugehen:

S' S S' S
M_1 . . .
M_2 . . . XXXV).
W' W W' W

Schlußfolgerungen. Der Verlauf dieses Versuches bestätigt zunächst das durch den I. und II. Versuch bereits gewonnene Ergebnis hinsichtlich des Schallmittels, das bei der Wahrnehmung des Stridulationsschalles seitens der Männchen von *Thamnotrizon apterus* Fab. in Betracht kommt.

Des weiteren zeigt dieser Versuch, daß nicht nur der Beginn, sondern auch die Fortsetzung des Alternierens an die Bedingung geknüpft ist, daß die Tiere ihre Zirplaute ununterbrochen deutlich wahrnehmen.

Der III. Versuch scheint mir auch tiefere Einblicke in die Vorgänge während des Alternierens zu gewähren, doch sind vorläufig sichere Schlüsse noch nicht möglich; denn einerseits wurden die für die Beurteilung des Phänomens sehr maßgebenden Perioden XXX) und XXXIII) bis jetzt nur ausnahmsweise beobachtet, andrerseits war ich nicht imstande, das regellose Gezirpe bei den Perioden XXXII) und XXXV) während der Schalldämpfung mit dem bloßen Ohr genauer zu verfolgen. Es ergibt sich für mich sonach die Notwendigkeit, diesen Versuch zu wiederholen, die genannten Perioden nach durchgeführter photographischer Registrierung genau zu analysieren und die Ergebnisse dieses Versuches in einem späteren Zeitpunkte nochmals zur Sprache zu bringen.

Mit Rücksicht auf das negative Ergebnis meiner früheren Untersuchungen über die Wahrnehmung verschiedener Töne seitens der Männchen von *Thamnotrizon apterus* Fab. wollte ich nach den Erfahrungen des III. Versuches noch folgenden Versuch durchführen, der aber leider in diesem Jahre aus verschiedenen Gründen unterbleiben mußte.

Zwei verdeckte Schalltrichter mit den Männchen M_1 und M_2 werden wie beim III. Versuch aufgestellt. Außerdem noch ein dritter (eventuell verdeckter) Schalltrichter mit einer auf den Stridulationsschall von M_2 möglichst

genau gestimmten Galtonpfeife P, die durch einen Mechanismus zum Tönen gebracht werden kann. Durch eine schalldämpfende Wand kann nach Belieben bald der Schall von M_2, bald der Ton von P ausgeschaltet werden.

P wird zunächst ausgeschaltet. Es wird nun gewartet, bis M_1 und M_2 alternieren. Tritt das Alternieren ein, so wird während einer alternierenden Periode M_2 rasch aus- und die Pfeife P eingeschaltet, die in denselben Intervallen wie das Versuchstier M_2 kurze Töne hervorbringt.

Da bei entsprechender Dämpfung des Schalles der Unterschied zwischen dem Ton der Galtonpfeife und dem Stridulationsschall von *Thamnotrizon apterus* Fab. ♂ für das menschliche Ohr fast gänzlich verschwindet, ist es nicht ganz ausgeschlossen, daß M_1 jetzt mit den Tönen von P weiter alternieren werde.

In diesem Falle könnte vielleicht, indem die Pfeife nach und nach auf verschiedene Töne gestimmt würde, der Tonumfang, den M_1 wahrnehmen kann, festgestellt und durch Variierung des Tempos von P auch die diesbezügliche Fähigkeit des Versuchstieres eruiert werden. Im entgegengesetzten Falle wäre zu untersuchen, ob sich nicht etwa das Alternieren von M_1 und M_2 durch die Töne von P irgendwie stören ließe.

Sollte es mir jedoch gelingen, M_1 und M_2 dahin zu bringen, daß sie durch das Telephon alternieren, was nach meinen Versuchen mit *Gryllus campestris* L.[1] gar nicht so unwahrscheinlich ist, so könnte die angegebene Versuchsanordnung entsprechend geändert werden.

Würden aber auch diese Versuche zu keinem positiven Ergebnisse führen, dann bliebe unter anderem immer noch der Weg offen, durch künstliche Eingriffe in den Stridulationsapparat die Höhe des Stridulationsschalles selbst zu variieren oder aber durch Anbringung kleiner Resonatoren an die Gehörsöffnungen dieses Tieres bestimmte Töne zu isolieren und so möglicherweise die Hörgrenzen bei *Thamnotrizon apterus* Fab. ♂ festzustellen.

IV. Versuch.

(21. September 1913.)

Bei den Schalltrichterversuchen saßen die Versuchstiere auf einer gemeinsamen, die Unterstützungsflächen der beiden Tiere miteinander verbindenden festen Unterlage. Nun sollte diese gänzlich ausgeschaltet und untersucht werden, ob zwei Männchen von *Thamnotrizon apterus* Fab. frei in der Luft schwebend alternieren können.

Zunächst waren einige Vorversuche notwendig.

Ich mußte vor allem feststellen, ob ein in einem engen Raume eingeschlossenes Männchen überhaupt noch geneigt

---

[1] J. Regen, Über die Anlockung des Weibchens von *Gryllus campestris* L. durch telephonisch übertragene Stridulationslaute des Männchens. Ein Beitrag zur Frage der Orientierung bei den Insekten. Pflügers Archiv, Bd. 155, Bonn 1913.

sei zu stridulieren oder ob es sich nicht vielmehr mit Hilfe seiner langen Fühler immer wieder von neuem von seiner Gefangenschaft überzeugen und dann nur Fluchtversuche unternehmen würde.

Es wurde also für die Versuchstiere M_1 und M_2 (Fig. 5) je ein würfelförmiger Behälter (Kantenlänge 5·5 *cm*) aus dünnem Papier angefertigt, dabei jede Seitenwand bis auf einen schmalen Rahmen (Breite 0·5 *cm*) ausgeschnitten und an diesen je ein Streifen eines Schmetterlingsnetzes angeklebt. Abends wurde nun in jeden Behälter je ein Männchen eingelassen und samt seiner versperrten Behausung in ein größeres Terrarium zu einer Schar seiner zirpenden Genossen hineingestellt.

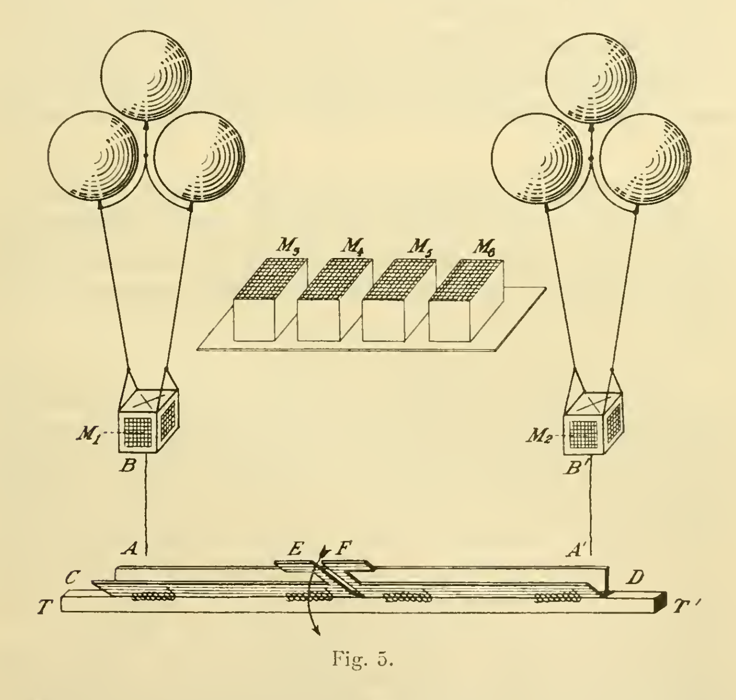


Fig. 5.

Nachdem die benachbarten Männchen zu zirpen begonnen hatten, beruhigten sich meine beiden Versuchstiere bald und zirpten mit.

Ich beließ nun die beiden Männchen die ganze Nacht hindurch in ihren engen Behältern. Als ich am nächsten Tage nachsah, war ich nicht wenig überrascht, als ich die beiden

Tiere noch immer in ihren papierenen Behausungen fand. Ich hatte nämlich erwartet, sie würden mit ihren kräftigen Mundwerkzeugen die Wände ihrer Kerker zerstören und sich in Freiheit setzen. In diesem Falle hätte ich andere Behälter aus Drahtnetz herstellen müssen. Der ganze Versuch wäre aber dann wegen des verhältnismäßig großen Gewichtes der Behälter sehr umständlich geworden.

Nun verband ich je drei kleine, mit Wasserstoff gefüllte Kautschukballons (Durchmesser etwa 20 *cm*) in der in Fig. 5 angedeuteten Weise miteinander und hing die beiden Behälter bifilar auf. Diese Maßregeln wurden getroffen, um die drehende Bewegung der Ballons und der Behälter, die sich als sehr störend erwies, möglichst zu verhindern. Nachdem noch am Boden eines jeden Behälters eine etwa 30 *cm* lange, ziemlich starke Schnur, die als Ballast und zur Verankerung dienen sollte, befestigt worden war, wurden die Ballons verankert.

Die beiden Versuchstiere wurden täglich zweimal gefüttert, dann aber sofort wieder in ihre Behälter eingesperrt, um sie an die neuen Verhältnisse zu gewöhnen. Zwei Tage nach diesen Vorbereitungen gelang der Versuch.

Anordnung. Die Ballons wurden zunächst durch stückweises Abschneiden der beiden Ballastschnüre AB und $A'B'$ bei A und A' derart austariert, daß sie nach ihrer Freilassung mit den beiden Versuchstieren nur noch äußerst langsam emporstiegen. Sodann wurden sie bei A und A' verankert, indem die Ballastschnüre in der Vorrichtung CD festgeklemmt wurden. Die Entfernung zwischen A und A' betrug in diesem Falle 1 *m*. Die Vorrichtung CD, die an der Tischplatte TT' angeschraubt worden war, ermöglichte es, jedes Versuchstier einzeln durch Anziehen des Hebels CE bei E, beziehungsweise des Hebels DF bei F, oder beide Tiere zugleich durch gleichzeitiges Anziehen der beiden Hebel bei E und F in die Luft aufsteigen zu lassen.

Etwa 3 *m* von M_1 und M_2 entfernt wurden vier zirpende Männchen M_3, M_4, M_5 und M_6 aufgestellt.

Verlauf. Am 21. September, 11h nachts, begannen zunächst die Männchen M_3 bis M_6 äußerst lebhaft zu alternieren. Die einzelnen Perioden umfaßten nicht selten sogar über 100 Zirplaute. Nach einiger Zeit stimmten M_1 und M_2 ein. Bald alternierte M_1, bald M_2 mit einem der Männchen M_3 bis M_6; hie und da alternierten M_1 und M_2 aber auch miteinander.

Sobald nun diese ihre Perioden anstimmten und vom Vorspiel zur Alternation übergingen, wurden sie gleichzeitig freigelassen. Während sie langsam emporstiegen, setzten sie die Alternation, frei in der Luft schwebend, ohne die geringste Störung weiter fort.

Alternierte M_1 oder M_2 allein mit einem der Männchen M_3 bis M_6, so wurde M_1 oder M_2 allein in die Höhe gelassen. Auch in diesem Falle verlief das Alternieren jedesmal ungestört.

Die unvermeidlichen Luftströmungen, die die Ballons, beziehungsweise die beiden Behälter oft nach verschiedenen Richtungen trieben, wodurch die Entfernung zwischen den alternierenden Tieren sich immer wieder änderte und zwischen 1 und 3 *m* variierte, beeinflußten das Alternieren nicht im geringsten. Nur wenn zufällig ein Ballon die Decke oder eine Seitenwand des Experimentierzimmers berührte, hörte das betreffende Männchen sofort zu zirpen auf. Die Ballons wurden dann von neuem verankert und der Versuch konnte meist schon nach kurzer Zeit und stets mit dem gleichen Erfolge wiederholt werden.

Schlußfolgerung. Zufolge der Versuchsanordnung wurde die gemeinsame, die Unterstützungsflächen der beiden Tiere miteinander verbindende feste Unterlage gänzlich ausgeschaltet; daher konnte bei der Wahrnehmung der Schallwellen seitens der beiden alternierenden Versuchstiere nur die Luft als Schalleiter gedient haben.

Das Ergebnis der vorhergehenden Versuche findet hiedurch seine volle Bestätigung.

C. Ergebnisse.

Durch alle diese Versuche wird übereinstimmend bewiesen:

I. *Thamnotrizon apterus* Fab. ♂ ist imstande, Schallwellen der Luft wahrzunehmen.

Aus den Beobachtungen VI) bis XXIV) folgt:

II. Die Männchen von *Thamnotrizon apterus* Fab. reagieren auf den von anderen Männchen derselben Spezies hervorgebrachten Stridulationsschall in verschiedener Weise, hauptsächlich aber dadurch, daß sie mit ihnen alternieren.

Aus dem III. Versuch folgt:

III. Das Alternieren vollzieht sich unter gewissen Umständen, stets jedoch nur dann, wenn die Tiere ihre Zirplaute gegenseitig deutlich wahrnehmen können.

Aus den Schalltrichterversuchen folgt:

IV. Die Stridulation zweier Männchen von *Thamnotrizon apterus* Fab. läßt sich experimentell beeinflussen.

Wird nun angenommen, die Reizaufnahme des Stridulationsschalles vollziehe sich bei *Thamnotrizon apterus* Fab. ♂ in rein mechanischer Weise, etwa mit Hilfe des Tastsinnes, wie Mangold[1] dies als wahrscheinlicher annimmt, oder mit Hilfe eines verfeinerten Muskelgefühles, wie sich das Rádl[2] bei den Insekten überhaupt vorstellt, dann wäre das entsprechende Organ imstande:

1. den Stridulationsschall, einen verhältnismäßig schwachen Schall, aus einer verhältnismäßig großen Entfernung präzis aufzunehmen;

2. die Unterscheidung des Stridulationsschalles von allen anderen Arten von Schall, namentlich aber von den mannigfaltigen Stimmen in der freien Natur zu ermöglichen, beziehungsweise nur auf eine bestimmte Art von Schall anzusprechen;

---

[1] A. a. O., S. 889.

[2] E. Rádl, Über das Gehör der Insekten. Biolog. Zentralblatt, Bd. XXV, Nr. 1, 1. Jänner 1905.

3. auf verschiedene Intensitäten ein und desselben schon an und für sich schwachen Schalles in verschiedener Weise zu reagieren.

Wäre aber dieses Organ das alles imstande, dann hätte es unter der vorläufigen Einschränkung, *Thamnotrizon apterus* Fab. ♂ nehme nur den Stridulationsschall seiner eigenen Spezies wahr, offenbar die gleiche Fähigkeit wie etwa ein menschliches Gehörorgan, das — einen speziellen Fall vorausgesetzt — nur auf eine bestimmte Art von Schall reagiert.

Demnach kann ich unter Berücksichtigung der oben angeführten Resultate behaupten:

V. Das schallrezipierende Organ von *Thamnotrizon apterus* Fab. ♂ ist weder ein Organ des Tastsinnes noch ein Organ eines verfeinerten Muskelgefühles, sondern höchstwahrscheinlich ein spezifisches Sinnesorgan, ein Gehörorgan im wahren Sinne des Wortes.

Wo ist nun dieses Gehörorgan zu suchen?

Wird bei den Männchen von *Thamnotrizon apterus* Fab. das tympanale Sinnesorgan durch Amputation der Vorderbeine entfernt oder in der eingangs angedeuteten Weise zum Absterben gebracht oder mit einer Nadel zerstört oder nach Durchtrennung der betreffenden Nerven außer Funktion gesetzt, so sind die Versuchstiere nicht mehr imstande zu alternieren, auch wenn sie noch so nahe beieinander sitzen; ja auch dann nicht, wenn sie sich mit den Fühlern gegenseitig betasten.

Daraus folgt:

VI. Das tympanale Sinnesorgan ist jenes Organ, welches den Männchen von *Thamnotrizon apterus* Fab. das Alternieren ermöglicht.

Dieses Organ hat aber nicht etwa einzig und allein die Aufgabe, nur der Reizbeantwortung, insbesondere der Reguliernng der Stridulationsgeräusche zu dienen. Die regelmäßige Aufeinanderfolge der einzelnen Zirplaute während des Alternierens

wird vielmehr in der Weise herbeigeführt, daß die Männchen von *Thamnotrizon apterus* Fab. vermöge ihrer Tympanalorgane die einzelnen Zirplaute bei ihrer Stridulation genau und deutlich wahrnehmen, indem die genannten Organe die von den Stridulationsapparaten dieser Tiere erzeugten Schallwellen der Luft rezipieren.

Es ergibt sich somit die Schlußfolgerung:

VII. Das tympanale Sinnesorgan von *Thamnotrizon apterus* Fab. ♂ rezipiert Schallreize und vermittelt spezifische Gehörseindrücke, die unter bestimmten Bedingungen eine charakteristische Reizbeantwortung auslösen: es ist also ein wahres Gehörorgan.

Schlußbemerkung.

Obgleich der Tympanalorgane vollständig beraubte Männchen von *Thamnotrizon apterus* Fab. nicht mehr zu alternieren vermögen, besitzen sie doch noch eine gewisse Schallempfindlichkeit; denn sie sind unter der Bedingung, daß sie nahe beieinander sitzen, noch immer imstande, die Periode VII), beziehungsweise XXI) hervorzubringen. In diesem Falle geschieht jedoch die Reizaufnahme höchstwahrscheinlich mit Hilfe des Tastsinnes. Ob hiebei die Fühler oder andere Organe in Betracht kommen, werden fortgesetzte Untersuchungen, die in ausgedehnter Weise nach mehreren Richtungen hin bereits geführt werden, entscheiden.